

09. 4. 2004

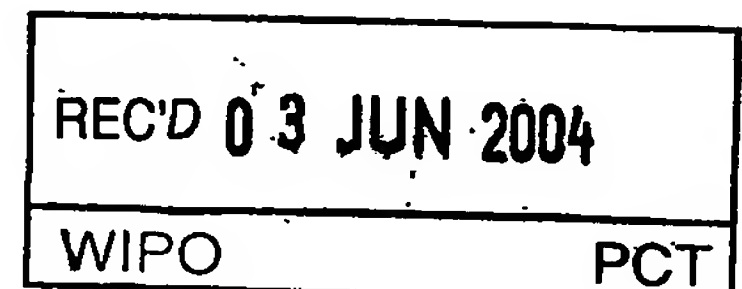
日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 5月26日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-148362
[ST. 10/C]: [JP2003-148362]



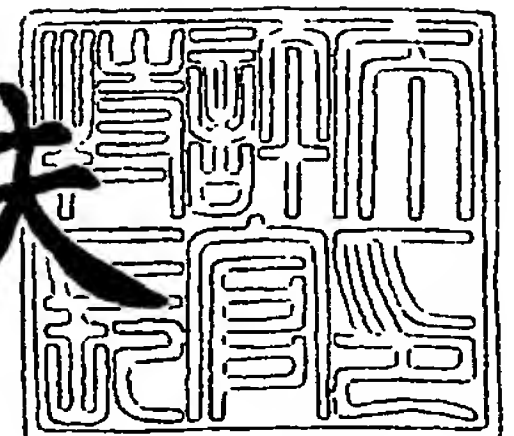
出 願 人
Applicant(s): 大見 忠弘
ボール セミコンダクター インク.

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 5月21日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 M-1087

【提出日】 平成15年 5月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G03F 7/20

【発明者】

 【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2丁目1番17号301

 【氏名】 大見 忠弘

【発明者】

 【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区川内元支倉35-2-102

 【氏名】 須川 成利

【発明者】

 【住所又は居所】 福島県郡山市緑ヶ丘東六丁目12-8

 【氏名】 柳田 公雄

【発明者】

 【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区川内三十人町5-87 ドミール青
葉山202

 【氏名】 武久 究

【特許出願人】

 【識別番号】 000205041

 【氏名又は名称】 大見 忠弘

【代理人】

 【識別番号】 100071272

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 後藤 洋介

【選任した代理人】

 【識別番号】 100077838

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 池田 憲保

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012416

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0303948

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 パターン描画方法及びパターン描画装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 二次元に配列された微小ミラーを含むミラーデバイスに光源からの露光光を入射し、前記ミラーデバイスから出力される投影パターンを用いて基板上にパターンを描画するパターン描画方法において、前記ミラーデバイスから出力される投影パターンを直接または縮小投影して前記基板上のパターン投影領域の実質的に全面に複数回オーバーラップさせて露光することを特徴とするパターン描画方法。

【請求項 2】 前記光源として波長変換型固体レーザまたはマイクロ波励起エキシマレーザを用いたことを特徴とする前記請求項 1 のパターン描画方法。

【請求項 3】 前記光源として固体レーザの第 2 高調波または銅蒸気レーザを用い、かつ前記投影光を波長変換して前記基板へ投影することを特徴とする前記請求項 1 のパターン描画方法。

【請求項 4】 二次元に配列された微小ミラーを含むミラーデバイスと、前記ミラーデバイスに露光光を供給する光源と、マスクパターン被描画用基板と、前記基板を X および Y 方向へ移動する移動機構と、前記ミラーデバイスから出力される投影パターンを用前記基板に直接または縮小して投影する手段と、前記投影パターンを前記基板上のパターン投影領域の実質的に全面に複数回オーバーラップさせて露光する制御手段とを含むことを特徴とするパターン描画装置。

【請求項 5】 前記光源として波長変換型固体レーザまたはマイクロ波励起エキシマレーザを用いたことを特徴とする前記請求項 4 のパターン描画装置。

【請求項 6】 前記光源として固体レーザの第 2 高調波または銅蒸気レーザを用い、かつ前記投影光を波長変換する波長変換素子をさらに含むことを特徴とする前記請求項 4 のパターン描画装置。

【請求項 7】 前記波長変換型固体レーザを複数台含み、かつ前記複数の波長変換型固体レーザの少なくとも 2 台の出力光を平均化して前記ミラーデバイスへ供給する手段をさらに含むことを特徴とする前記請求項 5 のパターン描画装置

。

【請求項 8】 前記波長変換型固体レーザおよび前記ミラーデバイスを複数台含み、かつ前記複数の波長変換型固体レーザの少なくとも 2 台の出力光を平均化して前記複数のミラーデバイスへそれぞれ供給する手段をさらに含むことを特徴とする前記請求項 5 のパターン描画装置。

【請求項 9】 前記出力光を平均化して前記ミラーデバイスへ供給する手段がビームスプリッタを含むことを特徴とする前記請求項 7 または 8 のパターン描画装置。

【請求項 10】 前記オーバーラップは、前記基板を前記投影パターンの X 方向の長さの一部だけ X 方向へ移動させて露光し、次に前記一部の長さを前記 X 方向へさらに移動させて露光するという工程を繰り返すことによって行うことを特徴とする請求項 1 のパターン描画方法。

【請求項 11】 前記基板の前記 X 方向への移動が終了した後、前記基板を前記投影パターンの Y 方向の長さの一部だけ Y 方向へ移動させて前記 Y 方向においても投影パターンの一部が重なるように露光し、次に前記一部の長さを前記 X 方向へさらに移動させて露光するという工程を繰り返すことによって行うことを特徴とする請求項 10 のパターン描画方法。

【請求項 12】 ミラーデバイスから出力される投影パターンを用いて基板上にパターンを描画するパターン描画方法において、前記基板上に描画されるパターンを部分的にオーバーラップさせて露光することにより、中間調を描画することを特徴とするパターン描画方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体集積回路製造時の露光工程で用いられるマスクを製造するために用いられるマスク描画装置に適用するパターン描画方法、及びパターン描画装置に関する。また、マスクを用いずに回路パターンをウエハ上に直接描画するマスクレス露光装置にも適用できるパターン描画方法、及びパターン描画装置である。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

一般に、半導体集積回路の製造時の露光工程では、回路パターンが描かれたマスク（レチクルと呼ばれることもある。）を用いてレジストが塗布されたウエハ上に回路パターンを描画させる（パターン露光と呼ばれる。）必要があり、そのための装置は露光装置あるいは露光機と呼ばれる。

【 0 0 0 3 】

一方、マスクを製造するには、マスクの基板となる石英板などの表面に、目的とする回路パターンに相当するパターン状に露光光を通過させるように遮光用のクロム膜などを付ける必要がある。このクロム膜などはパターン露光によって形成され、そのパターン露光を行う装置はマスク描画装置と呼ばれる。マスク描画装置の手法には、電子ビームを用いた電子ビーム描画が一般的であり、そのための装置は電子ビーム描画装置（以下、E B 描画装置と示す。）と呼ばれている。

【 0 0 0 4 】

ただし、マスク描画装置には、E B 描画装置の他に、紫外域のレーザ光（以下、紫外レーザ光と略す。）を用いてパターン描画（すなわちレジストが塗布されたマスク基板に対してパターン露光）する手法に基づく装置（レーザビーム描画装置と呼ばれることがある。）も製品化されている。その装置の従来例としては、微小なミラーを二次元配列状に多数並べたデバイス（デジタルマイクロミラーデバイスなどと呼ばれるが、ここでは、以下、ミラーデバイスと略す。）を用いて、これにパルス状の紫外レーザ光を照射し、反射光をパターンの的に制御して、マスク基板上にパターン描画するものである。このレーザビーム描画装置では、回路パターンの中の一部のパターンを一括して露光できることから、処理速度が速い特徴があることが知られている。なお、これに関しては、例えば、非特許文献 1、あるいは、特許文献 1 において示されている。

【 0 0 0 5 】

これによると、ミラーデバイスを用いた従来のレーザビーム描画装置では、およそ 1 0 0 万個（約 5 0 0 × 約 2 0 0 0 個）のマイクロミラーを用いたミラーデバイスが用いられ、各マイクロミラーは 1 6 ミクロン前後の大きさである。これ

を縮小投影光学系によって、マスク基板上に $1/160$ の大きさに縮小投影させている。その結果、1つのマイクロミラーに対応するパターンは一辺 0.1 ミクロン、すなわち 100 nm の正方形になる。ただし、マスクを描画する場合、一般に、設計上の最小寸法は 1 から 4 nm と小さく、これは最小グリッドと呼ばれる。そこで、一辺 100 nm のミラー投影パターンより遥かに小さいパターン形状を実現するために、投影されるパターンに照射させる光量を変化させることが行われている。例えば、前記文献によると、光量を 64 段階に変化させる（中間光量を利用する）ことで、最小グリッドとしては、 100 nm の $1/64$ である 1.56 nm に対応させている。

【0006】

このように、中間光量を利用して1つのマイクロミラーの縮小投影パターンよりも小さなサイズの最小グリッドに対応させる従来手法では、ミラーデバイスにおける各マイクロミラーの偏向角度を制御し、それによって、投影されるレーザー光の強度を変化させている。なお、これに関して、もしも最小グリッドである 1.56 nm ごとに投影されるマイクロミラーを移動（すなわちマスク基板のスキャン）するように露光するならば、スキャンスピードが $1/64$ に低下し、しかもスキャン回数も 64 倍に増大するため、描画時間は $64 \times 64 = 4096$ 倍と極めて長くなってしまう。すなわち、中間光量を利用することが、レーザービーム描画装置において描画時間を短縮するためには不可欠である。

【0007】

なお、前記従来 of レーザビーム描画装置における紫外光源であるレーザー装置には、通常 of 露光装置（一般にエキシマステッパと呼ばれる。）に用いられるのと同様に、 2000 Hz の繰り返しパルス動作を行うエキシマレーザーが用いられる。ただし、パルスエネルギーにばらつきが大きいため、同一画素への露光に 4 パルス分のレーザー光を照射することで、エネルギーばらつきを軽減しており、これは 4 重露光（four pass writing）と呼ばれる。したがって、実際の露光処理速度としては、繰り返し数 500 Hz で（すなわち 1 秒間に 500 回）ミラーデバイスの投影像を移動させている。

【0008】

【非特許文献 1】

Proceedings of SPIE, Vol.4186, PP.16-21

【0 0 0 9】

【特許文献 1】

米国特許第6,428,940号明細書

【0 0 1 0】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、中間光量を出すためにミラーの偏向角を制御する従来手法では、各マイクロミラーに印加する電圧を正確に制御する必要がある。しかしながら、前記のように中間光量を 6 4 段階に変化させるためには、電圧を 6 4 段階に細かく分割して制御する必要があり、しかも光源であるエキシマレーザの繰返し数の 2 0 0 0 H z に対応する 0. 0 0 0 5 秒以下の短い時間の少なくとも数分の 1 の時間内に、およそ 1 0 0 万個ものマイクロミラーの全ての電圧を正確に制御することが困難であった。その結果、実際に印加される電圧が正確に 6 4 段階にならず、ばらつきを生じて実質的に光量は数段階しか制御できない場合があった。

【0 0 1 1】

本発明の目的は、各マイクロミラーに印加する電圧の中間値を用いて制御せずに、中間光量を利用できるパターン描画方法、及びパターン描画装置を提供することである。

【0 0 1 2】

【課題を解決するための手段】

前記目的を達成するために、前記ミラーデバイスが、ある瞬間に投影されるパターン投影領域の全面を複数回オーバーラップさせて露光するものである。これによれば、オーバーラップさせる回数分に相当する光量の階調を出すことができることから、各マイクロミラーにおける偏向角の中間値制御を行う必要がない。

【0 0 1 3】

また、特に光源として、波長変換型固体レーザ、あるいはマイクロ波励起エキシマレーザ、あるいは銅蒸気レーザを用いることで、後述するように、紫外域で 1 0 0 0 0 H z 程度の高い繰返し数でパルス動作できるため、ミラーデバイス

に対するパターン発生速度を、ミラーデバイス自体のフレーム数まで上げることができる。これによると、従来のレーザビーム描画装置で用いられるエキシマレーザの場合の 5 0 0 H z に比べて 2 0 倍も速い。したがって、各マイクロミラーにおける偏向角の中間値制御を行わずに、例えば従来同等の 6 4 階調を再現する場合でも、投影パターンのスキャン速度は $1/64$ にならずに $1/3$ 程度で済む。

【0 0 1 4】

さらに、3 0 0 0 0 H z 程度のフレーム数を有するミラーデバイスを用いて、光源のレーザも 3 0 0 0 0 H z で動作させれば、各マイクロミラーにおける偏向角の中間値制御を行わずに、従来のレーザビーム描画装置と同等の描画スピードが得られることになる。

【0 0 1 5】

すなわち、波長変換型固体レーザでは、超音波 Q スイッチ動作により、1 0 0 0 ~ 3 0 0 0 0 H z 程度までの繰り返し数でパルス動作できることが知られている。一方、マイクロ波励起エキシマレーザでも電源であるマイクロ波を繰り返しパルス動作（ただし単純な ON/OFF 動作）させることで、1 0 0 ~ 1 0 0 0 0 0 H z もの広い範囲で繰り返し数を自由に設定できることも知られている。したがって本発明では、紫外光源として、特に波長変換型固体レーザかマイクロ波励起エキシマレーザを用いたものである。これに対して、従来のレーザビーム描画装置の光源に用いられている通常（すなわち、直流パルス放電型）のエキシマレーザでは、繰り返し数は通常 1 0 0 ~ 1 0 0 0 H z しかなく、特に露光光源として開発されている高繰り返しタイプでも 4 0 0 0 H z 程度の繰り返し数が限界である。

【0 0 1 6】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図面を用いて説明する。

【0 0 1 7】

第 1 の実施例を図 1 と図 2 を用いて説明する。図 1 は本発明の第 1 の実施例としてのパターン描画装置 1 0 0 の構成図であり、図 2 は、パターン描画装置 1 0

0によるパターン描画方法の説明図である。

【0018】

図1に示したパターン描画装置100は、大別して、マスクパターン投影部101、XYステージ102、マスクパターン出力装置103、及び紫外光源である波長変換型固体レーザー104とで構成されている。波長変換型固体レーザー104は、10000Hzの繰り返しパルス動作を行うYAGレーザーの第3高調波が用いられており、波長355nmのパルス状のレーザー光L1が取り出される。レーザー光L1は、マスクパターン投影部101内に入り、ミラー105で反射して、二次元配列状の微小ミラーであるミラーデバイス106に入射する。ミラーデバイス106、ここでは2048×512個（すなわち約100万個）のマイクロミラーが約16ミクロンピッチで縦横に並んでいる。ミラーデバイス106は、マスクパターンデータ出力装置103によって、各マイクロミラーの偏向角が10000Hzのフレーム速度で制御されるが、本発明では、2方向のみに制御（すなわち、ON/OFF制御）される。これによって、露光に利用する方向に進むものがレーザー光L2となる。レーザー光L2はレンズ107a、107bを進み、マスク基板108上の投影パターン109として転写される。すなわち、レンズ107aと107bとは縮小投影光学系を形成しており、ミラーデバイス106の面を、i線用レジストが塗布されたマスク基板108上に縮小投影するようになっている。また、マスク基板108はXYステージ102上に載せられており、これによって、マスク基板108上の全域に、投影パターン109を移動させることができ、マスク基板108の全面にパターン描画できる。

【0019】

ミラーデバイス106上のパターンをマスク基板108上に転写させる際に、本発明では図2に示したような描画方法を用いている。図2では、図1におけるX方向に投影パターン109を移動していく様子を時系列に示したものである。パターン描画装置100では、前述したように10000Hzのフレーム数でミラーデバイス106上のパターンが制御されるため、0.1msごとに新しいパターンがマスク基板108上に投影される。そこで、図2(a)、(b)、(c)、(d)、及び(e)には、0.1msの時間ごとの投影パターン109の位

置（順次、1 0 9 a、1 0 9 b、1 0 9 c、1 0 9 d、1 0 9 e）を示した。すなわち、0. 1 m s ごとにパルス状のレーザ光 L 1 の発生によって、マスク基板 1 0 8 上に投影されるパターンが、投影パターンのサイズ（X 方向の幅）の 1 / 4 ずつ移動している。なお投影パターン 1 0 9 の移動は、X Y ステージ 1 0 2 によるマスク基板 1 0 8 の移動で行われている。

【0 0 2 0】

以上より、本実施例では、各投影パターンが、フレーム間で 3 / 4 の面積が重なることから、投影パターンは、マスク基板 1 0 8 の全面において 4 回オーバーラップするようになる。したがって、4 段階の階調を出すことができるようになっている。ただし、本実施例では説明しやすいように 4 階調の場合を図示したが、実際にはフレーム間で、例えば、4 9 / 5 0 の面積が重なるような 5 0 階調程度を行うのが好ましい。これによると最小グリッドを数 n m 程度に小さくできるからである。

【0 0 2 1】

なお、本実施例では、光源である波長変換型固体レーザ 1 0 4 の繰り返し数が 1 0 0 0 0 H z であるため、発生する各パルスがミラーデバイス 1 0 6 の各フレームに対応するが、光源の波長変換型固体レーザ 1 0 4 を、さらに高い繰り返し数で動作させてもよいが、好ましくは、ミラーデバイス 1 0 6 のフレーム数の整数倍がよい。例えば、波長変換型固体レーザ 1 0 4 を 2 0 0 0 0 H z で動作させる場合、ミラーデバイス 1 0 6 における 1 つのフレームに対して、レーザ光を 2 パルス照射させればよい。これによると、同じパターンに対して、複数のパルス光を供給するため、パルスエネルギーのばらつきによる悪影響が緩和される（すなわち平均化される）効果がある。

【0 0 2 2】

次に、図 1 に示した本実施例におけるマスク基板 1 0 8 のパターン描画方法における投影パターン 1 0 9 の Y 方向の移動に関して、図 3 を用いて説明する。図 3（a）には、図 1 に示した投影パターン 1 0 9 の輪郭のみをフレームごとに描いたものである。ただし、図 2 に示したように、フレーム間では投影パターンはオーバーラップするため、図 3 では、連続する 4 つの投影パターン 1 0 9 f、1

0 9 g、1 0 9 h、1 0 9 i は Y 方向に僅かにずらして描いてあるが、実際には Y 方向には同じ位置でかまわない。拡大マスク 1 1 0 へ投影する際の X 方向において 1 回スキャンが終わると、Y 方向に 1 回ステップし、再度 X 方向にスキャンしていく。その結果、図 3 (a) に示したように、投影パターン 1 0 9 f の隣に投影されるパターンは投影パターン 1 0 9 j であり、1 0 9 f の端と僅かに重なるようにしている。

【0 0 2 3】

一方、図 3 (b) に示したように、4 つの投影パターン 1 0 9 f、1 0 9 g、1 0 9 h、1 0 9 i に対する 1 ステップ後の隣に投影させるパターンを、大きくオーバーラップさせて投影させてもよい。すなわち、投影パターン 1 0 9 k、1 0 9 l、1 0 9 m、1 0 9 n のように 3 / 4 づつオーバーラップさせてもよい。これによると、X 方向に 3 / 4、Y 方向にも 3 / 4 オーバーラップさせる結果、マスク基板 1 0 8 の全面を投影し終わると、全ての位置で 1 6 回オーバーラップすることになり、1 6 階調を出すことができる。以上のように、X、Y の 2 方向にオーバーラップさせることで、ステップ後のつなぎ合わせ誤差による異常露光を軽減できる。

【0 0 2 4】

次に、本発明の第 2 実施例を図 4 を用いて説明する。図 4 に示した本発明のパターン描画装置 2 0 0 は、図 1 に示した第 1 実施例のパターン描画装置 1 0 0 と同様な構成要素であるマスクパターン投影部 1 0 1、マスクパターン出力装置 1 0 3、及び紫外光源である波長変換型固体レーザ 1 0 4 とを含む。ただし、マスクパターン投影部 1 0 1 によって、直接マスクを描画するのではなく、中間マスク 2 0 1 をパターン描画して、これを縮小投影光学系 2 0 2 によって、X Y ステージ 2 0 5 上に載せられたマスク基板 2 0 4 上にマスクパターン 2 0 5 を形成する装置である。本実施例では、第 1 実施例と同様なマスクパターン投影部 1 0 1 を用いて、図 2 に示したような描画方法を用いており、その結果、中間マスク 2 0 1 を高速に描画するものである。なお、本実施例の特徴としては、実際にマスク基板 2 0 4 に転写されるマスクパターン 2 0 5 が、中間マスク 2 0 1 よりも寸法的に 1 / 4 程度に小さくできるため、特に等倍マスクなどを描画するのに適し

た構成である。

【0 0 2 5】

次に、本発明の第3実施例を図5を用いて説明する。図5において本発明のパターン描画装置300は、図1に示した第1実施例のパターン描画装置100と類似した構成であるが、光源として用いている波長変換型固体レーザ装置304は、YAGレーザの第2高調波を発生する装置である。したがって取り出されるレーザ光L31は波長532nmの緑色レーザ光である。レーザ光L31は、ミラー305で反射して、ミラーデバイス306に当たり、露光に利用するレーザ光L32は下方に進み、レンズ307aに入射する。その結果、波長変換素子315に集光するため、レーザ光L31の第2高調波である波長266nmの紫外域のレーザ光L33が発生する。レーザ光L33はレンズ307b、307cを通り、KrFレジストが塗布されたマスク基板312の投影パターン309に当たる。なお、投影パターン309は、波長変換素子315内のパターンが拡大投影されているが、波長変換素子315内には、ミラーデバイス306のパターンが縮小投影されている。したがって、投影パターン309は、ミラーデバイス306のパターンが縮小投影されたものである。

【0 0 2 6】

本実施例の特徴としては、光源である波長変換型固体レーザ装置304として可視域のレーザ装置を用いていることで、ミラーデバイス306が劣化しにくい効果がある。すなわち、従来、ミラーデバイスを用いたレーザビーム描画装置の問題の一つとして、ミラーデバイスが紫外のレーザ光の照射によって短期間で劣化することがあった。これに対して本実施例ではミラーデバイス306がほとんど劣化しないようになった。

【0 0 2 7】

ところで、本実施例の光源である波長変換型固体レーザ装置304の代わりに、銅蒸気レーザを用いてもよい。銅蒸気レーザは、波長510.6nmにおいて、5000～30000Hzの高い繰り返し数で、高い平均出力のレーザ光を発生できることが知られている。そこで、これを光源に用いると、波長変換素子315によって、波長255.3nmの紫外域のレーザ光L33が発生できる。し

たがって、K r F レジストが塗布されたマスク基板 3 1 2 をさらに効率よく露光できる。つまり K r F レジストは K r F エキシマレーザの波長 2 4 8 n m において最も良い特性が得られるものが多いが、本実施例のように銅蒸気レーザの第 2 高調波の方が、Y A G レーザの第 2 高調波よりも、波長が 2 4 8 n m に近いからである。

【 0 0 2 8 】

次に、本発明の他の実施例を図 6 を用いて説明する。

【 0 0 2 9 】

図 6 は、本発明のパターン描画装置 4 0 0 を上から見た構成図である。

【 0 0 3 0 】

パターン描画装置 4 0 0 では、光源として 2 台の紫外レーザが用いられ、それぞれ波長変換型固体レーザ 4 0 4 a、及び 4 0 4 b である。各波長変換型固体レーザ 4 0 4 a、及び 4 0 4 b は、同期運転により同じタイミングに、波長 3 5 5 n m で繰り返し数 1 0 0 0 0 H z で同等のエネルギーのパルスレーザ光を発生するようになっている。波長変換型固体レーザ 4 0 4 a から取り出されるレーザ光 L 4 1 は、ミラー 4 0 5 a で反射して、ビームスプリッタ 4 1 0 に入射する。一方、波長変換型固体レーザ 4 0 4 b から取り出されるレーザ光 L 4 2 もビームスプリッタ 4 1 0 に入射する。ビームスプリッタ 4 1 0 は、波長 3 5 5 n m のレーザ光の 4 5 度入射に対して、反射率も透過率もほぼ 5 0 % になっている。したがって、ビームスプリッタ 4 1 0 から進むレーザ光 L 4 3 も L 4 4 もどちらも平均パワーになっている。レーザ光 L 4 3 はマスクパターン投影部 4 0 1 a に供給され、レーザ光 L 4 4 は、ミラー 4 0 5 b で反射してからマスクパターン投影部 4 0 1 b に供給される。マスクパターン投影部 4 0 1 a、及び 4 0 1 b の構造は、図 1 に示した第 1 実施例のマスクパターン投影部 1 0 1 と同様であるので詳細な説明は省略する。

【 0 0 3 1 】

一方、マスクパターン投影部 4 0 1 a、及び 4 0 1 b によってパターン描画される斜線で示したマスク基板 4 0 8 は、X Y ステージ 4 0 2 における Y ステージ台 4 0 2 a 上に載せられており、矢印 4 1 1 で示したように、Y 方向にスキャン

移動するようになっている。また、Yステージ台 4 0 2 a は X ステージ台 4 0 2 b 上に載せられており、矢印 4 1 2 で示したように、X 方向にステップ移動するようになっている。すなわち、Y ステージ台 4 0 2 a のスキャン移動と X ステージ台 4 0 2 b のステップ移動によって、マスク基板 4 0 8 の全面が描画できる。

【0 0 3 2】

本実施例の特徴は、紫外光源に 2 台のパルスレーザ（すなわち、波長変換型固体レーザ 4 0 4 a、及び 4 0 4 b）を用いて、取り出されるレーザ光をビームスプリッタ（あるいはハーフミラー）を経由して形成される 2 本のレーザ光を露光に用いていることである。その結果、2 台のパルスレーザにおけるパルスエネルギーばらつきを平均化できるため、2 台のマスクパターン投影部 4 0 1 a 及びマスクパターン投影部 4 0 1 b に供給されるパルスレーザ光のエネルギーばらつきは、波長変換型固体レーザ 4 0 4 a、及び 4 0 4 b のパルスエネルギーばらつきよりも小さい。したがって、より均質な露光が行える。

【0 0 3 3】

なお、本実施例では、紫外光源とマスクパターン投影部とがそれぞれ 2 台の場合を示したが、各台数はもっと多くてもよく、例えば、どちらも 4 台ずつ設けることもできる。その場合は、ビームスプリッタは 3 枚必要になるが、パルスエネルギーばらつきをさらに低減できる効果がある。

【0 0 3 4】

なお、パルスエネルギーばらつきを低減できることは、均質な露光ができるだけでなく、従来、ばらつきが大きい場合、多重露光する必要が生じ、すなわち、同じ場所に多数回スキャンすることから、露光に掛かるトータルの時間が長くなる問題があったのを解消できる効果がある。

【0 0 3 5】

次に、本発明のパターン描画装置に関するさらに他の 2 つの実施例を図 7 及び図 8 を用いて説明する。

【0 0 3 6】

図 7 は、パターン描画装置 5 0 0 を上から見た構成図であり、図 8 はパターン

描画装置 600 を上から見た構成図である。どちらの実施例も、図 6 に示した実施例と同様に複数台の光源を用いた場合の構成を示したものであり、図 7 では 3 台の光源を用いた場合、図 8 は 4 台の光源を用いた場合に関するおもにレーザ光の合成手法に関するものである。なお、マスク基板 508、及び 608 を駆動するステージに関しては図 6 と同様であり、また、マスクパターン投影部 501a、501b、501c、601a、601b、601c、601d に関しては図 1 と同様な構造であるため、ここでは省略する。

【0037】

図 7 に示したパターン描画装置 500 では、3 台のパルスレーザ装置 504a、504b、504c が光源として用いられている。

【0038】

これらは波長変換型固体レーザや、あるいは波長変換型銅蒸気レーザなどが好ましい。各パルスレーザ装置 504a、504b、504c から取り出される紫外域のレーザ光 L51、L52、L53 は図で点線に沿って進む。レーザ光 L51 はミラー 505a で反射して、反射率 50% のビームスプリッタ 510a に入射して、透過と反射に半分ずつ分かれる。ビームスプリッタ 510a を透過したレーザ光 L51 は、透過率約 66.7% のビームスプリッタ 510b に入射する。これにより、レーザ光 L51 の元のエネルギーの約 33.3% ($=50\% \times 66.7\%$) がレーザ光 L54 の方に進む。

【0039】

また、ビームスプリッタ 510a を反射したレーザ光 L51 の元のエネルギーの 50% は、ミラー 505b で反射してから、反射率 50% のビームスプリッタ 510c に入射する。一方、ビームスプリッタ 510b を反射するレーザ光 L51 の元のエネルギーの約 16.7% ($=50\% \times 33.3\%$) もビームスプリッタ 510c に入射する。これにより、ビームスプリッタ 510c から図で右のレーザ光 L55 のように進むレーザ光 L51 は、元のエネルギーの 33.3% ($=16.7\% \times 50\% + 50\% \times 50\%$) となる。

【0040】

以上より、レーザ光 L54、L55、L56 の全てにおいて、レーザ光 L51

は約 3 3. 3 % 含まれることになる。また同様に、レーザ光 L 5 2、L 5 3 も約 3 3. 3 % 含まれる。これによって、レーザ光 L 5 4、L 5 5、L 5 6 における各パルスエネルギーは、レーザ光 L 5 1、L 5 2、L 5 3 の各パルスエネルギーの平均値となるため、パルスエネルギーばらつきが小さくなる。

【0 0 4 1】

次に、図 8 に示したパターン描画装置 6 0 0 の構成を説明する。パターン描画装置 6 0 0 で用いられている 4 台のパルスレーザ装置 6 0 4 a、6 0 4 b、6 0 4 c、6 0 4 d から取り出されるレーザ光 L 6 1、L 6 3、L 6 4 は、図のように多数のミラー 6 0 5 a ~ 6 0 5 h、及び 4 枚のビームスプリッタ 6 1 0 a、6 1 0 b、6 1 0 c、6 1 0 d とによって、分割、合成が繰り返され、4 本のレーザ光 L 6 5、L 6 6、L 6 7、L 6 8 が生成される。本実施例では、4 枚のビームスプリッタ 6 1 0 a、6 1 0 b、6 1 0 c、6 1 0 d は、全て反射率 5 0 % (透過率 5 0 %) となっており、レーザ光 L 6 1、L 6 2、L 6 3、L 6 4 は、それぞれ 2 回ビームスプリッタに入射するため、全てが $1/4$ のエネルギーになって、4 本のビームに分配される。したがって、4 本のレーザ光 L 6 5、L 6 6、L 6 7、L 6 8 には、レーザ光 L 6 1、L 6 2、L 6 3、L 6 4 が全て同等のエネルギーだけ含まれるようになり、すなわち平均化されるため、レーザ光 L 6 1、L 6 2、L 6 3、L 6 4 におけるそれぞれのエネルギーばらつきが半分以下に低減される。

【0 0 4 2】

ところで、図 6、図 7、及び図 8 に示した実施例のように、複数のパルスレーザ装置から取り出される複数本のレーザ光を分割、合成する際に用いられるビームスプリッタに関しては、前述した実施例では、入射するレーザ光の偏光方向にはほとんど依存せずに、特定の割合を有する反射と透過に分かれるタイプのものが用いられている。しかし、例えば、一般に偏光ビームスプリッタと呼ばれるように、レーザ光の偏光方向に関して、反射率 (あるいは透過率) が大きく異なるタイプのものを用いてもよい。特に波長変換型のレーザでは、取り出されるレーザ光が直線偏光である場合が多いため、偏光ビームスプリッタによって 2 本のビームを 1 本に合成することも可能である。

【0 0 4 3】

これによると、2 台のパルスレーザ装置から 1 本のレーザ光を生成できるため、マスクパターン投影部が 1 台の場合においても、パルスエネルギーばらつきを低減することが可能になる。同様に、4 台のパルスレーザ装置によって、2 台のマスクパターン投影部に 2 本のレーザ光を供給することもできる。

【0 0 4 4】**【発明の効果】**

本発明のパターン描画装置によると、ミラーデバイスに対する微妙な電圧制御を行わずに階調を出せるため、高精度で高速に描画できるだけでなく、中間光量を正確に、かつ誤動作なく発生できる。

【図面の簡単な説明】**【図 1】**

本発明の第 1 実施例におけるパターン描画装置 1 0 0 の構成図である。

【図 2】

本発明によるパターン描画方法の説明図である。

【図 3】

(a) 及び (b) は本発明によるパターン描画方法の例を説明する図である。

【図 4】

本発明の第 2 実施例におけるパターン描画装置 2 0 0 の構成図。

【図 5】

本発明の第 3 実施例におけるパターン描画装置 3 0 0 の構成図。

【図 6】

本発明の第 4 実施例におけるパターン描画装置 4 0 0 の構成図。

【図 7】

本発明の第 5 実施例におけるパターン描画装置 5 0 0 の構成図。

【図 8】

本発明の第 6 実施例におけるパターン描画装置 6 0 0 の構成図。

【符号の説明】

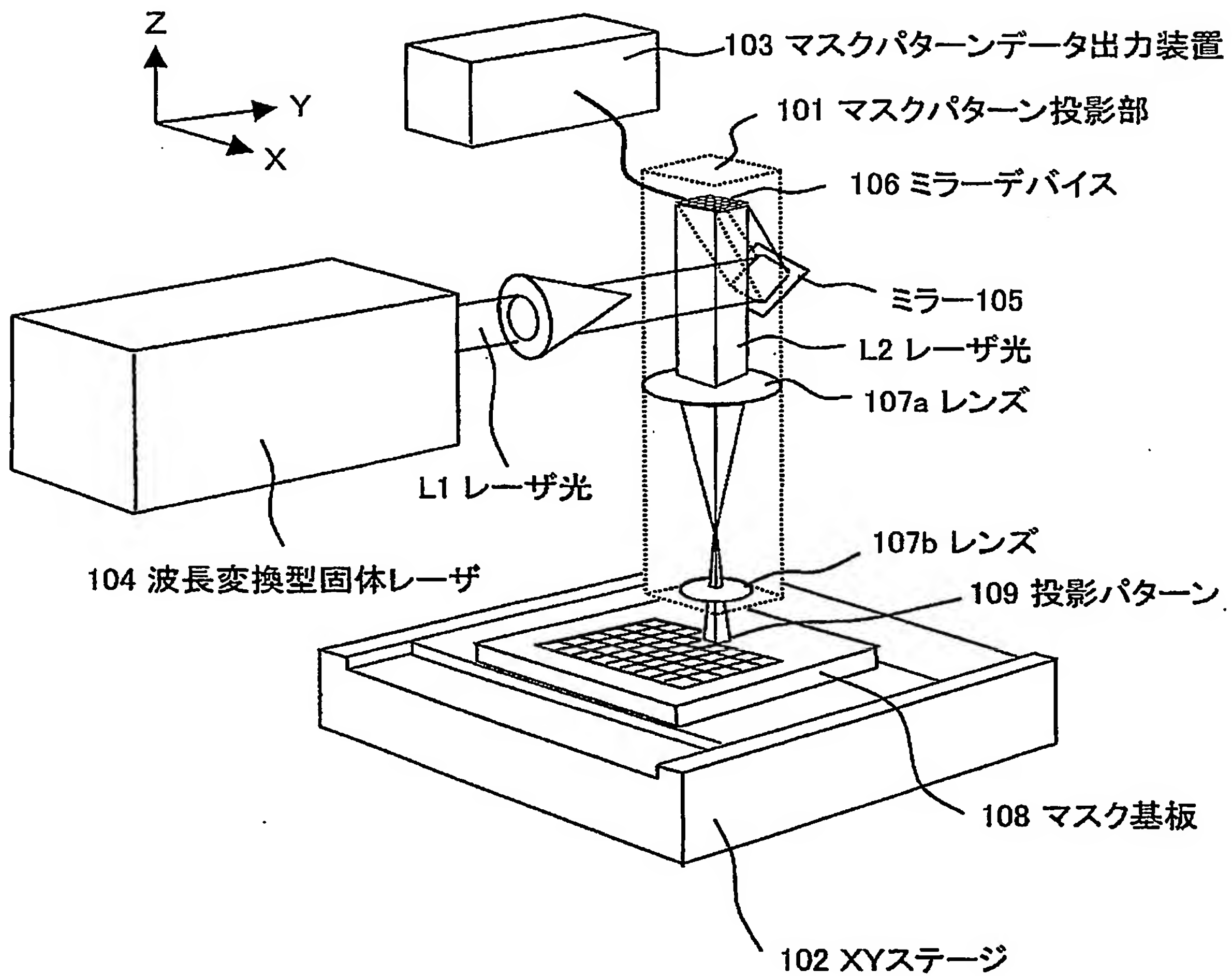
1 0 0、2 0 0、3 0 0、4 0 0、5 0 0、6 0 0 パターン描画装置

1 0 1 マスクパターン投影部
1 0 2、3 0 2、4 0 2 X Y ステージ
1 0 3 マスクパターンデータ出力装置
1 0 4、3 0 4、4 0 4 a、4 0 4 b 波長変換型固体レーザー
1 0 5 ミラー
1 0 6、3 0 6 ミラーデバイス
1 0 7 a、1 0 7 b、3 0 7 a、3 0 7 b、3 0 7 c レンズ
1 0 8、2 0 4、3 1 2、4 0 8、5 0 8、6 0 8 マスク基板
1 0 9、1 0 9 a、1 0 9 b、1 0 9 c、1 0 9 d、1 0 9 e、1 0 9 f、1 0
9 g、1 0 9 h、1 0 9 i、1 0 9 j、1 0 9 k、1 0 9 l、1 0 9 m、1 0 9
n、3 0 9 投影パターン
2 0 1 中間マスク
2 0 2 縮小投影光学系
2 0 3 ステージ
2 0 5 マスクパターン
L 1、L 2、L 3 1、L 3 2、L 3 3 レーザ光

【書類名】 図面

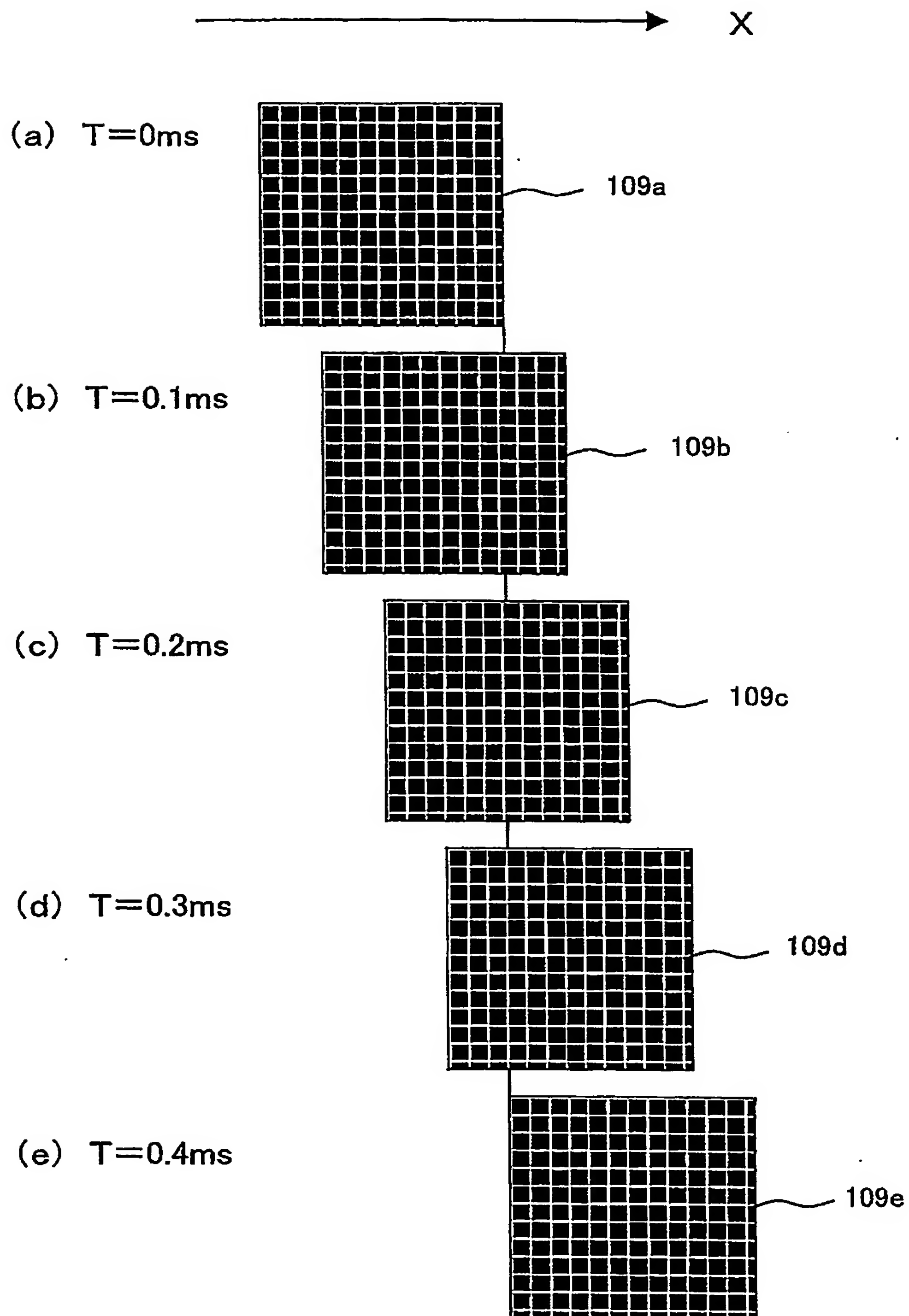
【図 1】

パターン描画装置100



【図 2】

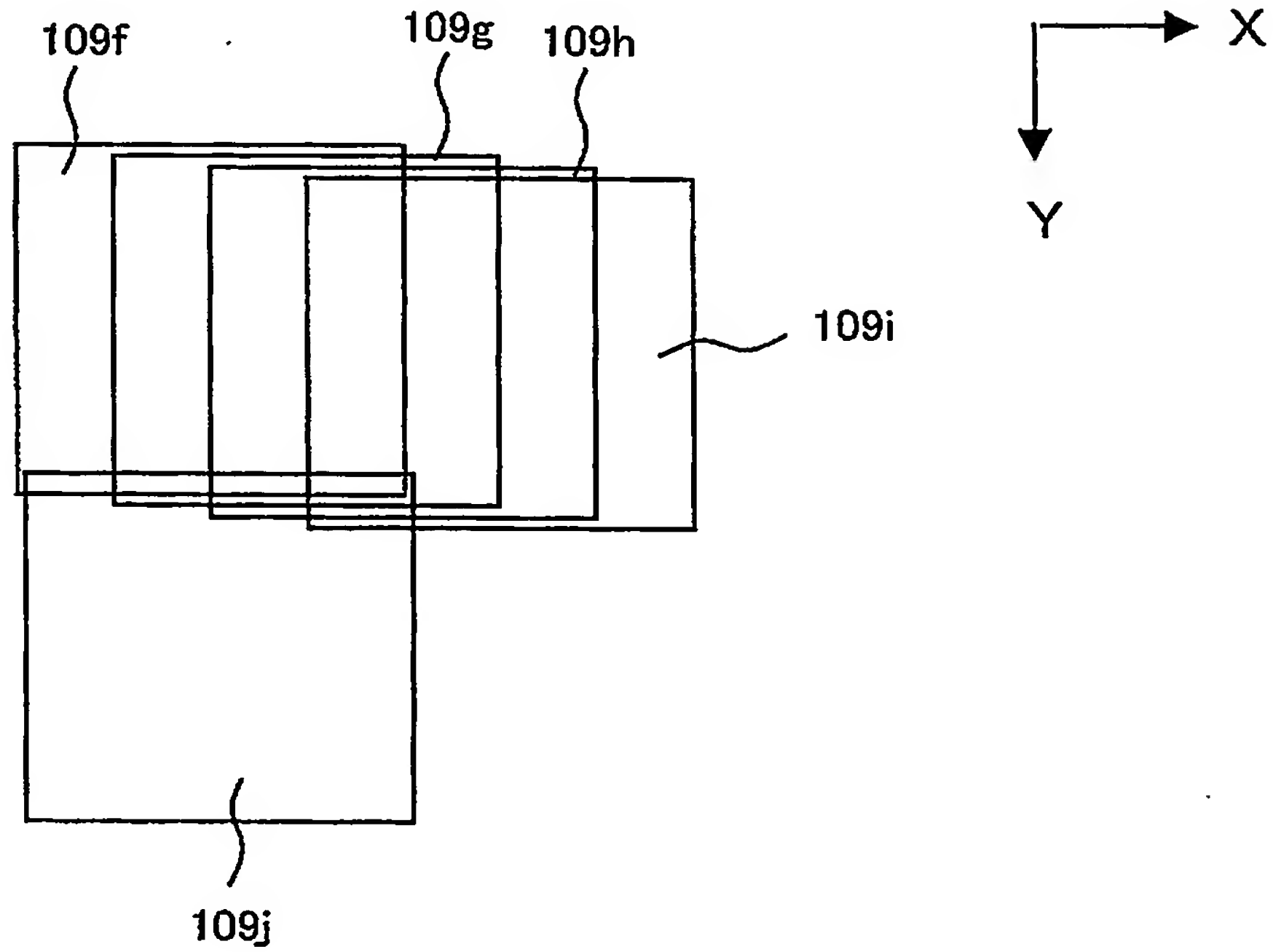
パターン描画方法の説明図



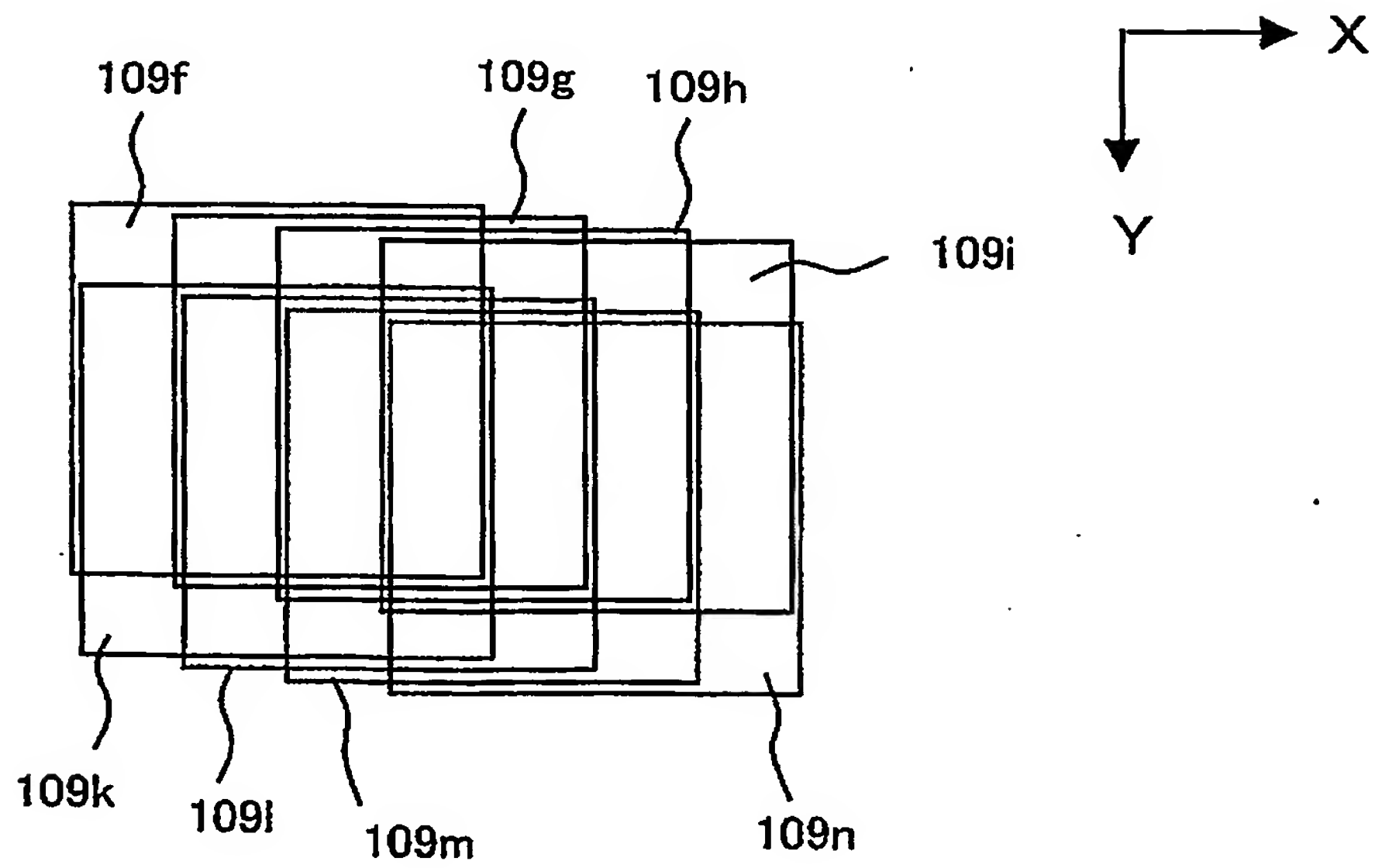
【図 3】

パターン描画方法の説明図

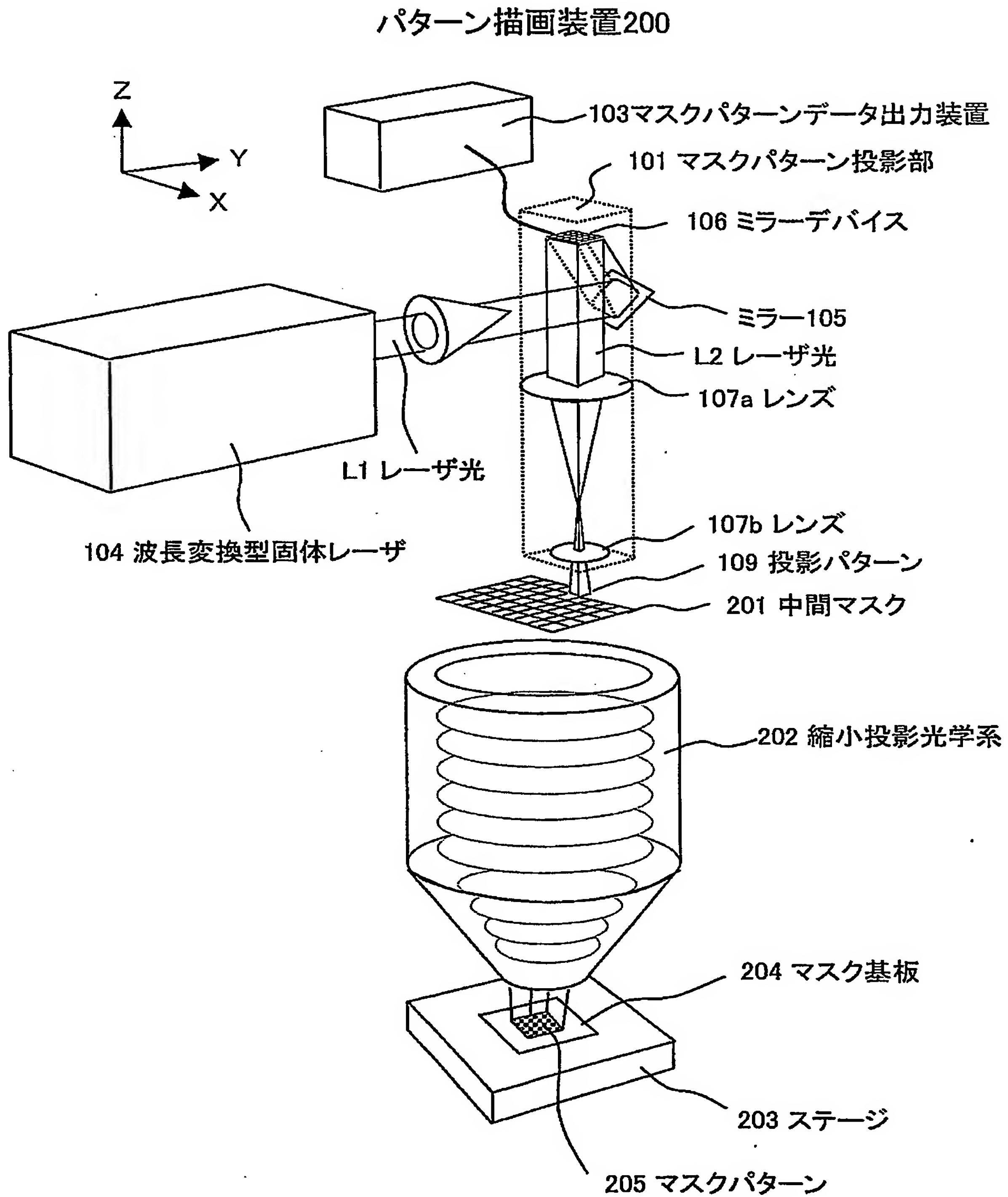
(a)



(b)

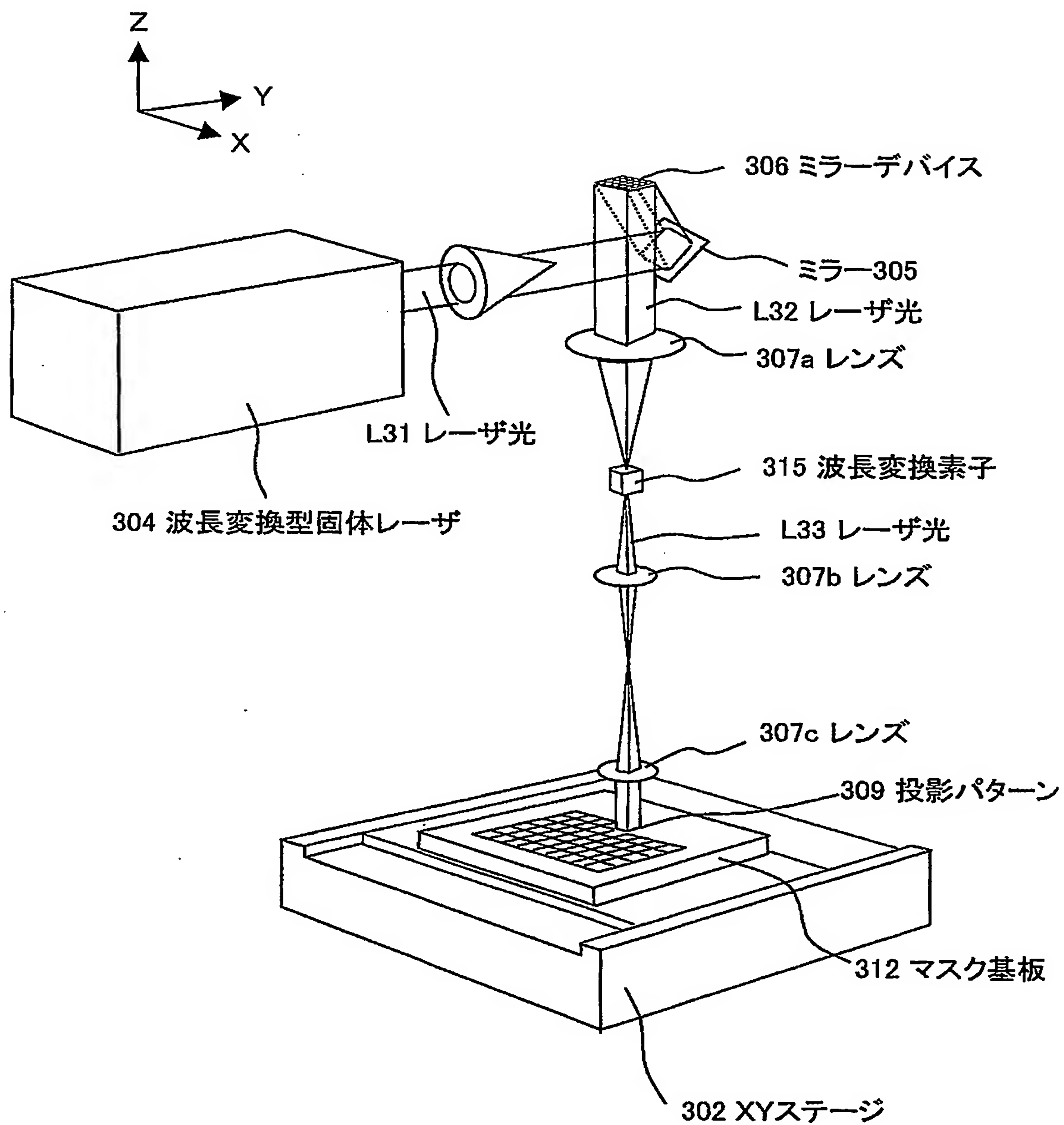


【図 4】



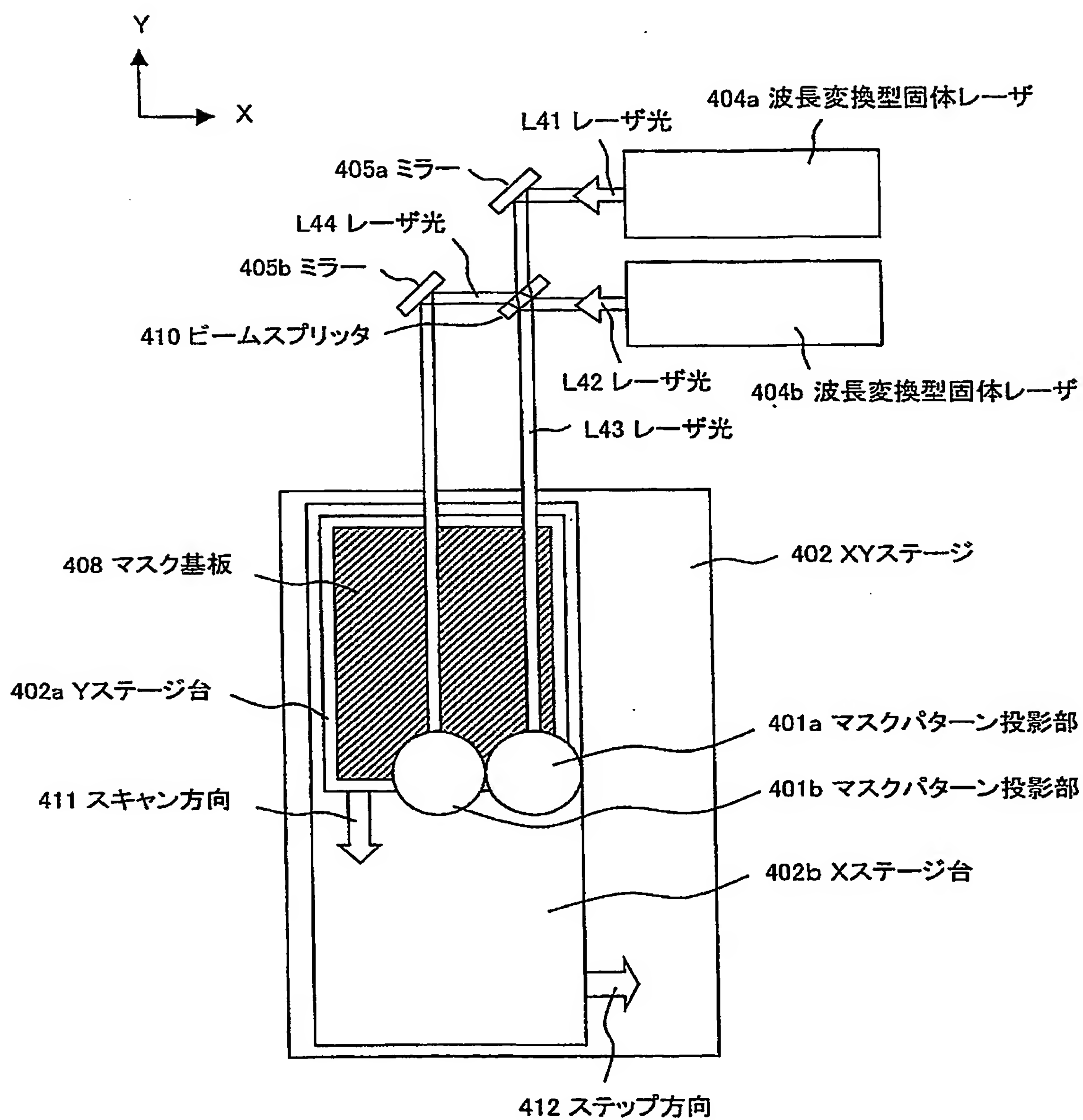
【図 5】

パターン描画装置300



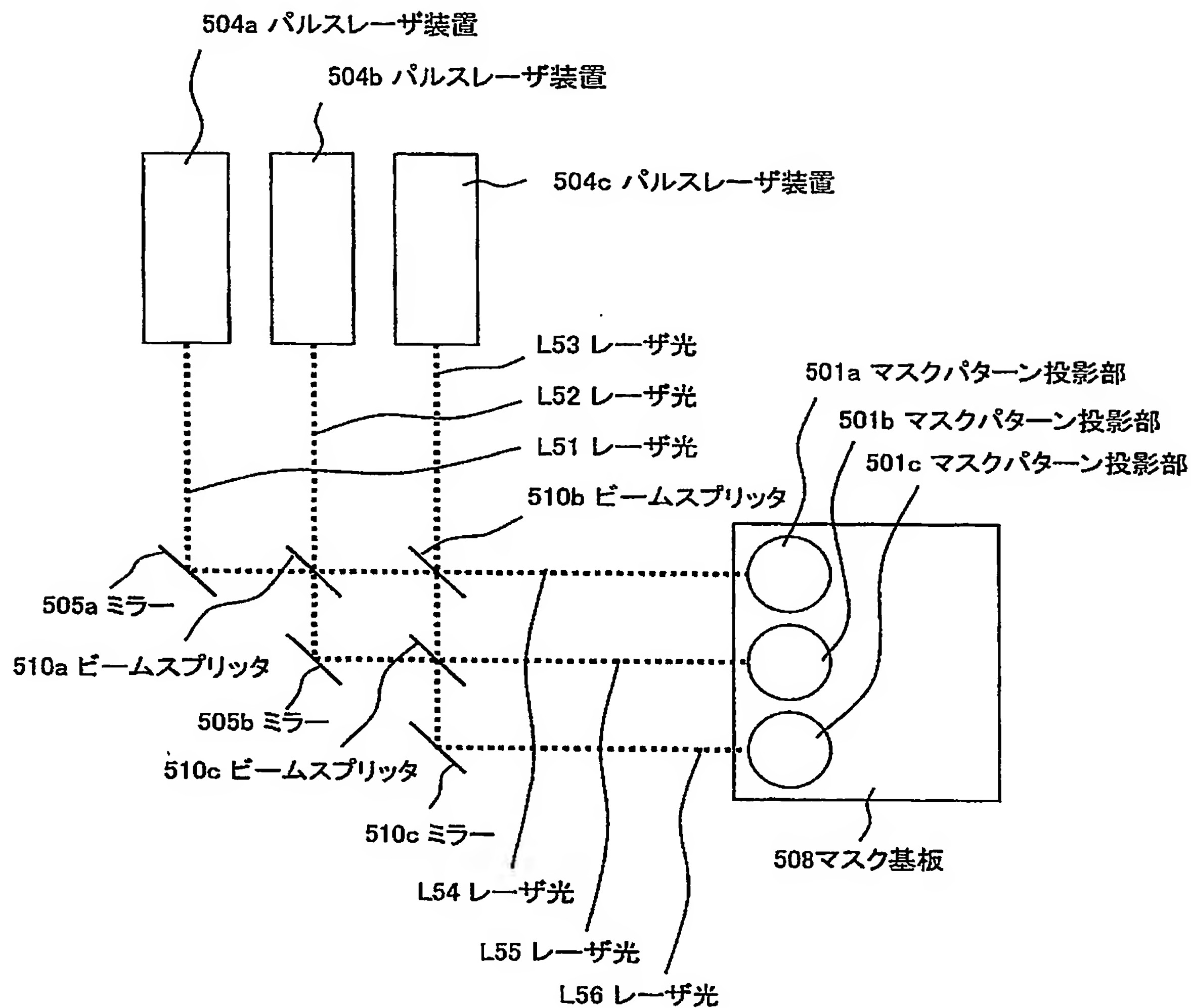
【図6】

パターン描画装置400



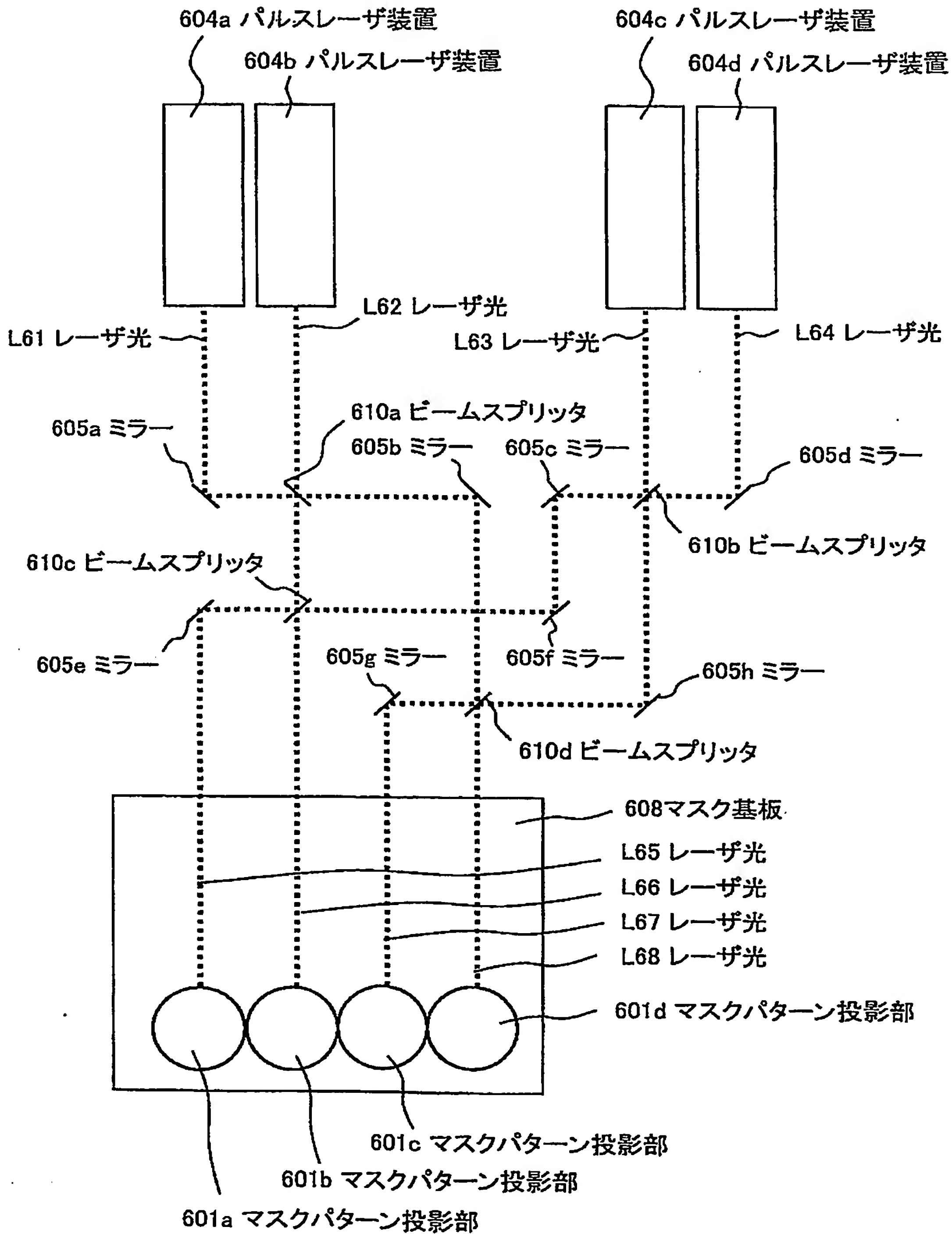
【図 7】

パターン描画装置500



【図 8】

パターン描画装置600



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 従来装置では、中間光量の利用には、マイクロミラーの偏向角の中間値を電圧で制御する必要があったが、その際に電圧にばらつきを生じて、実際には中間光量を精度良く出すことが困難であった。

【解決手段】 パターン描画装置 1 0 0 では 1 0 0 0 0 H z のフレーム数でミラーデバイス 1 0 6 上のパターンが制御されるため、0. 1 m s ごとに新しいパターンがマスク基板 1 0 8 上に投影される。0. 1 m s の時間毎に、投影パターン 1 0 9 の位置（順次、1 0 9 a、1 0 9 b、1 0 9 c、1 0 9 d、1 0 9 e）をずらして投影する。すなわち、0. 1 m s 毎に、パルス状のレーザ光 L 1 の発生によって、拡大マスク 1 1 0 上に投影されるパターンを投影パターンのサイズ（X 方向の幅）の $1/4$ ずつ移動させる。これにより、投影パターンがフレーム間で $3/4$ の面積が重なることから、投影パターンの全面において 4 回オーバーラップするため、4 段階の階調を出すことができる。この構成では、ミラーデバイスを用いたパターン描画装置において、各マイクロミラーに印加する電圧の中間値を用いて制御せずに、中間光量を利用できるパターン描画装置が得られる。

【選択図】 図 2

【書類名】 出願人名義変更届
【整理番号】 M-1087
【提出日】 平成15年11月 7日
【あて先】 特許庁長官殿
【事件の表示】
 【出願番号】 特願2003-148362
【承継人】
 【識別番号】 503099592
 【氏名又は名称】 ボール セミコンダクター インク.
【承継人代理人】
 【識別番号】 100071272
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 後藤 洋介
【選任した代理人】
 【識別番号】 100077838
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 池田 憲保
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 012416
 【納付金額】 4,200円

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 1 4 8 3 6 2
受付番号	5 0 3 0 1 8 4 5 9 1 4
書類名	出願人名義変更届
担当官	北原 良子 2 4 1 3
作成日	平成 1 5 年 1 2 月 2 4 日

< 認定情報・付加情報 >

【承継人】

【識別番号】 503099592

【住所又は居所】 アメリカ合衆国，テキサス州，アレン市，センチュリー パークウェイ 4 1 5

【氏名又は名称】 ボール セミコンダクター インク.

【承継人代理人】 申請人

【識別番号】 100071272

【住所又は居所】 東京都港区西新橋 1 - 4 - 1 0 第 3 森ビル 後藤池田特許事務所

【氏名又は名称】 後藤 洋介

【選任した代理人】

【識別番号】 100077838

【住所又は居所】 東京都港区西新橋 1 - 4 - 1 0 第 3 森ビル 後藤池田特許事務所

【氏名又は名称】 池田 憲保

特願 2 0 0 3 - 1 4 8 3 6 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 2 0 5 0 4 1]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

宮城県仙台市青葉区米ヶ袋 2 - 1 - 1 7 - 3 0 1

氏 名

大見 忠弘

特願 2 0 0 3 - 1 4 8 3 6 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[5 0 3 0 9 9 5 9 2]

1. 変更年月日

2 0 0 3 年 3 月 1 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

アメリカ合衆国，テキサス州，アレン市，センチュリー パー
クウェイ 4 1 5

氏 名

ボール セミコンダクター インク.